

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/EP05/003166

International filing date: 24 March 2005 (24.03.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE  
Number: 10 2004 014 750.7  
Filing date: 25 March 2004 (25.03.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 09 June 2005 (09.06.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 10 2004 014 750.7

**Anmeldetag:** 25. März 2004

**Anmelder/Inhaber:** Wacker Construction Equipment AG,  
80809 München/DE

**Bezeichnung:** Bodenverdichtungsvorrichtung

**IPC:** E 02 D 3/074

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 18. Mai 2005  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag



Letang

**MÜLLER · HOFFMANN & PARTNER - PATENTANWÄLTE**

European Patent Attorneys - European Trademark Attorneys

Innere Wiener Strasse 17  
D-81667 München

Anwaltsakte: 55.515

Anmelderzeichen: WW\_AZ\_0000238

Ho/le

25.03.2004

**Wacker Construction Equipment AG**

Preußenstraße 41

80809 München

---

**Bodenverdichtungsvorrichtung**

---

**Beschreibung**

- 1 Die Erfindung betrifft eine Bodenverdichtungsvorrichtung, insbesondere eine Vibrationsplatte.

Es sind lenkbare und nicht lenkbare Vibrationsplatten bekannt, die handgeführt oder ferngesteuert sein können. Üblicherweise weisen die Vibrationsplatten eine Obermasse auf, die u. a. einen Antrieb, z. B. einen Motor, umfasst, sowie eine mit der Obermasse gekoppelte und relativ zu der Obermasse schwingend bewegliche Untermasse. Die Untermasse besteht im Wesentlichen aus einer Bodenkontaktplatte, auf der ein Schwingungserreger befestigt ist. Der Schwingungserreger wird durch den Antrieb der Obermasse angetrieben und weist beispielsweise zwei parallel zueinander angeordnete Unwuchtwellen auf, die zueinander gegenläufig formschlüssig drehbar sind. Die Unwuchtwellen tragen jeweils eine oder mehrere Unwuchtmassen, so dass bei formschlüssiger Drehung eine resultierende Kraft erzeugt wird. Je nach Phasenlage der Unwuchtwellen bzw. -massen zueinander kann die Richtung der resultierenden Kraft senkrecht zu den Achsen der Unwuchtwellen entsprechend dem Wunsch des Bedieners eingestellt werden. Dadurch lassen sich die Vibrationsplatten zumindest in Vorwärtsrichtung (Haupttrichtung) und Rückwärtsrichtung verfahren.

- 20 Weiterhin sind Vibrationsplatten bekannt, mit denen eine Kurvenfahrt bzw. eine Drehung auf der Stelle möglich ist. Dazu ist auf einer der Unwuchtwellen des Schwingungserregers die Unwuchtmasse in zwei bezüglich ihrer Phasenlage getrennt voneinander bewegbare Masseelemente aufgeteilt bzw. die Unwuchtwellen in zwei Teilwellen zerlegt. Bei unterschiedlicher Orientierung der jeweils im Zusammenwirken mit der gegenüberstehenden, nicht geteilten Unwuchtwellen entstehenden resultierenden Kraft entsteht ein Giermoment um eine Hochachse der Vibrationsplatte, welches eine Drehbewegung bewirkt.

- 30 Durch die von dem Schwingungserreger erzeugten Schwingungen und die Wechselwirkung mit dem Boden wird für die Untermasse, insbesondere deren Bodenkontaktplatte, eine Art Taumelbewegung auf dem Boden hervorgerufen. Die Taumelbewegung bewirkt die eigentliche Bodenverdichtung.

Bei lenkbaren Vibrationsplatten, also Vibrationsplatten, die sich drehen können oder eine Kurvenfahrt ermöglichen, muss der Schwingungserreger drei Aufgaben

- 1 gleichzeitig bzw. zeitlich nacheinander bewältigen: Zum einen muss ein Vortrieb erzeugt werden, um die Vibrationsplatte mit ausreichender Geschwindigkeit vorwärts und rückwärts zu bewegen. Weiterhin ist eine Verdichtungsleistung zu erbringen, um den eigentlichen Zweck, nämlich die Bodenverdichtung erfüllen zu können. Schließlich ist durch die unterschiedliche Ansteuerung der Unwuchten rechts und links von einer Mittelebene der Vibrationsplatte ein Drehmoment (Giermoment) um die Hochachse der Vibrationsplatte zu erzeugen.
- 5

- Die Erfüllung dieser drei Aufgaben erfordert im Regelfall einen Kompromiss, so dass keine der Aufgaben optimal bewältigt werden kann. Bereits bei Vibrationsplatten, bei denen lediglich eine Richtungsumkehr möglich ist, ist die Erzeugung des Vortriebs stets mit einer Einbuße bei der Verdichtungsleistung verbunden. Lediglich im Stillstand, wenn keine Vortriebskräfte durch den Schwingungserreger erzeugt werden müssen, ist die Verdichtungsleistung optimal. Wenn gar noch die dritte Funktion, nämlich die Erzeugung einer Drehbewegung, durch den Schwingungserreger erfüllt werden muss, kann die Verdichtungsleistung erheblich reduziert werden, was sich nachteilig auf das Arbeitsergebnis und vor allem auf die zu erbringende Verdichtungszeit auswirkt.
- 10
- 15

- 20 Im Bereich der Bodenverdichtung wird jedoch analog zum generellen Trend in der Baumaschinenindustrie die Leistungsfähigkeit von Verdichtern immer wichtiger, um die Verdichtungsarbeit in möglichst kurzer Zeit verrichten zu können. Dementsprechend werden die geforderten Maschinen immer größer und schwerer, so dass sie als handgeführtes Gerät immer schwieriger zu bedienen sind.

- Es sind andere Bodenverdichtungsvorrichtungen bekannt, bei denen an einem Hydraulikträger, z. B. einem geländegängigen Zugfahrzeug, mehrere hydraulisch arbeitende Verdichtungsplatten befestigt sind. Die Vibrationsplatten dienen dabei ausschließlich der Bodenverdichtung, während die Führung und Lenkung sowie der Vortrieb durch das Zugfahrzeug übernommen werden. Mit einem derartigen System lassen sich insbesondere auch schräge Flächen verdichten, während sich handgeführte oder ferngesteuerte Vibrationsplatten nur unter großer Mühe über schräge Flächen führen lassen. Die fahrzeuggestützten Verdichtungsvorrichtungen haben jedoch den Nachteil, dass die Räder oftmals die Oberfläche des verdichteten Bodens beeinträchtigen. Weiterhin sind die Fahrzeuge nur bei großen Flächen wirtschaftlich einsetzbar. Ihre Wendigkeit ist stark begrenzt.
- 30
- 35

- 1 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Bodenverdichtungsvorrichtung anzugeben, bei der beliebige Fortbewegungsrichtungen, insbesondere auch beliebige Kurvenfahrten möglich sind, jedoch eine verbesserte Verdichtungsleistung erbracht werden kann.
- 5 Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch eine Bodenverdichtungsvorrichtung nach Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterentwicklungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.
- 10 Eine erfindungsgemäße Bodenverdichtungsvorrichtung weist eine wenigstens einen Antrieb umfassende Obermasse und wenigstens zwei mit der Obermasse gekoppelte und relativ zu der Obermasse schwingend bewegliche Untermassen auf. Jede der Untermassen umfasst eine Bodenkontaktplatte und wenigstens einen der Bodenkontaktplatte zugeordneten Schwingungserreger.
- 15 Indem für eine Obermasse wenigstens zwei unabhängig voneinander mit der Obermasse gekoppelte (Teil-)Untermassen vorgesehen werden, ist es möglich, dass jede der Untermassen nur noch maximal zwei Funktionen gleichzeitig erfüllen muss. Während beim oben beschriebenen Stand der Technik Vibrationsplatten nur dann lenkbar waren, wenn die Untermassen mit ihren Schwingungserregern drei Funktionen (Vortrieb, Giermoment, Verdichtung) erbringen mussten, was zu den beschriebenen Nachteilen, insbesondere hinsichtlich einer reduzierten Verdichtungsleistung führte, ist es erfindungsgemäß möglich, die Untermassen derart aufeinander abzustimmen, dass jede der Untermassen nur zwei Funktionen, z. B. Vortrieb und Verdichtung, erfüllen muss. Bereits durch unterschiedliches Einstellen des Vortriebs kann z. B. ein Drehmoment um die Hochachse der Obermasse erzeugt und die gesamte Bodenverdichtungsvorrichtung gelenkt werden. Dementsprechend kann z. B. eine der Untermassen ihre volle Verdichtungsleistung erbringen, während nur die andere Untermasse eine bestimmte Vortriebskraft generieren sollte.
- 20
- 30
- 35 Je nach Ausführungsform der Erfindung können auch mehr als zwei Untermassen mit einer gemeinsamen Obermasse gekoppelt werden. Dabei ist es möglich, dass die Schwingungserreger unterschiedlich gerichtet sind, d. h., dass die Schwingungserreger in der Lage sind, resultierende Kraftvektoren zu erzeugen, deren Horizontalkomponenten in unterschiedliche Richtungen gerichtet sind. Damit kann bereits durch die Anordnung der Schwingungserreger die Vorausset-

Bei einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist wenigstens einer der Schwingungserreger derart angeordnet, dass die Horizontalkomponente

- 1 des resultierenden Kraftvektors, der sich durch die gegenläufig drehenden Unwuchtwellen ergibt, nicht in oder entgegengesetzt zu der Hauptrichtung liegt. Als Hauptrichtung ist die Fahrtrichtung der Bodenverdichtungsvorrichtung anzusehen, die üblicherweise bei gerader Vorwärtsfahrt erreicht wird. Der nicht in
- 5 Hauptrichtung gerichtete Schwingungserreger ermöglicht es, seitliche Kräfte zu erzeugen, die sehr schnell eine Drehung der Bodenverdichtungsvorrichtung um die Hochachse bewirken. Wenn keine Drehung gewünscht ist, sollte die Phasenlage der Unwuchtwellen dieses Schwingungserregers derart eingestellt werden, dass der resultierende Kraftvektor keine Horizontalkomponente aufweist, sondern lediglich eine Vertikalkomponente. Dann trägt der Schwingungserreger
- 10 nicht zur Lenkung der Bodenverdichtungsvorrichtung bei und erzeugt ausschließlich Schwingungen zur Bodenverdichtung, so dass eine besonders gute Verdichtungsleistung erzielt werden kann.
- 15 Bei einer anderen Ausführungsform der Erfindung ist keiner der Schwingungserreger derart angeordnet, dass die Horizontalkomponente des resultierenden Kraftvektors in oder entgegengesetzt zu einer Hauptrichtung liegt. Somit liegen sämtliche Schwingungserreger in einem bestimmten Winkel zu der Hauptrichtung. Durch entsprechende Abstimmung der Kraftwirkung der Schwingungserreger kann dennoch sichergestellt werden, dass die gesamte Bodenverdichtungs-
- 20 vorrichtung in der Hauptrichtung verfahren werden kann.
- Diese Ausführungsform der Erfindung kann besonders vorteilhaft auch zur Verdichtung von schrägen bzw. geneigten Flächen verwendet werden, wo durch die Schwerkraftwirkung eine Abdriftneigung der Bodenverdichtungsvorrichtung verstärkt wird. Durch entsprechend schräg gestellt Schwingungserreger können kompensierende Kräfte erzeugt werden, die die Bodenverdichtungsvorrichtung auf dem schrägen Untergrund halten.
- 30 Vorteilhafterweise weist die Obermasse eine zentrale Steuerung zum Ansteuern der Schwingungserreger auf. Die Schwingungserreger können bei einer einfachen Ausführungsform in ihrer Gesamtheit durch die zentrale Steuerung angesteuert werden.
- 35 Bei einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist es jedoch möglich, die Schwingungserreger individuell durch die Steuerung anzusteuern. Eine entsprechende Steuerungslogik erleichtert dabei die Bedienung, so dass der



- 1 Bediener z. B. lediglich seine Fahrtrichtungswünsche (z. B. über einen Joystick) eingeben kann und die Steuerlogik die verschiedenen Schwingungserreger derart ansteuert, dass die Bodenverdichtungsvorrichtung in die gewünschte Richtung fährt, wobei gleichzeitig eine größtmögliche Verdichtungswirkung erzielt wird.
- 5 Um eine größtmögliche Variabilität der Steuerungsmöglichkeiten zu erhalten, ist die Steuerung zum individuellen Einstellen unterschiedlicher Drehzahl der Unwuchtwellen bei den diversen Schwingungserregern ausgebildet. Damit ist es möglich, für jeden Schwingungserreger eine eigene Schwingungsfrequenz einzustellen. Weiterhin kann die Steuerung bei einer bevorzugten Ausführungsform die an den einzelnen Schwingungserregern vorgesehenen Phaseneinstelleinrichtungen zum individuellen Verstellen der relativen Phasenlage der jeweiligen Unwuchtwellen individuell ansteuern.
- 10 Bei einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung weist nur ein Teil der Untermassen einen Schwingungserreger mit Phaseneinstelleinrichtung auf, während wenigstens eine andere Untermasse nur einen Schwingungserreger ohne Phaseneinstelleinrichtung aufweist. Der letztere Schwingungserreger erzeugt dann Kräfte, die ausschließlich zur Bodenverdichtung, nicht jedoch zum Vortrieb oder zum Lenken der Bodenverdichtungsvorrichtung genutzt werden können. Weiterhin kann er wegen der fehlenden Phaseneinstelleinrichtung besonders einfach aufgebaut werden. In Kombination mit wenigstens einem anderen Schwingungserreger mit Phaseneinstelleinrichtung kann eine Bodenverdichtungsvorrichtung realisiert werden, die trotz guter Lenkbarkeit eine hervorragende Verdichtungsleistung erbringt.
- 20 Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung sind die Bodenkontaktplatten der diversen Unwuchtmassen derart zueinander versetzt angeordnet, dass die von den Bodenkontaktplatten bei einer Bewegung der Bodenverdichtungsvorrichtung in wenigstens einer Hauptfahrtrichtung erzeugbaren Spuren wenigstens teilweise überlappen. Beim Verfahren der Bodenverdichtungsvorrichtung in der betreffenden Hauptfahrtrichtung erzeugen somit die Bodenkontaktplatten auf dem zu verdichtenden Untergrund Spuren (Berührungsflächen), die sich teilweise überlappen. Dadurch ist sichergestellt, dass die Bodenverdichtungsvorrichtung eine einheitliche (Gesamt-) Spur auf dem Untergrund zieht. Zwischen den von den einzelnen Bodenkontaktplatten verdichteten Bereichen verbleiben keine Bereiche, die nicht von wenigstens einer Bodenkontaktplatte

1 überfahren werden. Damit erreicht die erfindungsgemäße Bodenverdichtungs-  
vorrichtung die gleiche Wirkung wie eine Bodenverdichtungsanordnung mit nur  
einer Untermasse, an der eine sehr große Bodenkontaktplatte vorgesehen ist.

5 Diese und weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung werden nachfolgend an-  
hand von Beispielen unter Zuhilfenahme der begleitenden Figuren näher erläu-  
tert. Es zeigen:

10 **Fig. 1** eine schematische Perspektivansicht einer ersten Ausführungs-  
form der Erfindung;

**Fig. 2** eine Perspektivansicht einer zweiten Ausführungsform der Erfin-  
dung;

15 **Fig. 3** eine schematische Draufsicht auf Untermassen bei einer dritten  
Ausführungsform der Erfindung;

**Fig. 4** eine schematische Draufsicht auf Untermassen bei einer vierten  
Ausführungsform der Erfindung;

20 **Fig. 5** eine schematische Draufsicht auf Untermassen bei einer fünften  
Ausführungsform der Erfindung;

**Fig. 6** eine schematische Draufsicht auf Untermassen bei einer sech-  
sten Ausführungsform der Erfindung; und

25 **Fig. 7** eine schematische Draufsicht auf Untermassen bei einer siebten  
Ausführungsform der Erfindung.

30 **Fig. 1** zeigt eine als erfindungsgemäße Bodenverdichtungsanordnung dienende  
Vibrationsplatte, die eine Obermasse 1 und zwei Untermassen 2a und 2b auf-  
weist. Die Untermassen 2a, 2b sind jeweils mit der Obermasse 1 gekoppelt und  
relativ zu dieser schwingend beweglich. Dazu sind zwischen der Obermasse 1  
und den jeweiligen Untermassen 2a, 2b Federeinrichtungen 3 vorgesehen, die an  
35 sich bekannt sind, so dass sich eine weitere Beschreibung erübrigt. Die Unter-  
massen 2a, 2b bilden Teiluntermassen einer die Obermasse 1 tragenden Ge-  
samtuntermasse.

- 1 Die Untermassen 2a und 2b sind bezüglich einer Hauptrichtung A nebeneinander angeordnet. Die Hauptrichtung A entspricht der Richtung, in die die Vibrationsplatte im Normalbetrieb vorwärts fährt.
- 5 Zur Führung der Vibrationsplatte ist eine Deichsel 4 an der Obermasse 1 angebracht. Die Deichsel 4 trägt Bedienhebel 5, die zur Steuerung der Vibrationsplatte dienen. Anstelle der Deichsel 4 und der Bedienhebel 5 ist es auch möglich, die Vibrationsplatte mit Hilfe einer nicht dargestellten Fernsteuerung anzusteuern.
- 10 Pro anzusteuender Untermasse 2a, 2b sollte wenigstens ein Bedienhebel 5 vorgesehen sein, um eine individuelle Ansteuerbarkeit der Untermassen 2a und 2b zu gewährleisten. Sofern noch mehr Untermassen bereitgestellt werden, ist die Anzahl der Bedienhebel 5 entsprechend zu erhöhen. Alternativ dazu kann der
- 15 Bedienhebel 5 auch z. B. in der Art eines Joysticks einen Sollwert für eine Steuerung vorgeben, aufgrund dessen die einzelnen Untermassen individuell angesteuert werden. Dann reicht bereits eine reduzierte Anzahl von Bedienhebeln 5 oder gar nur ein Bedienhebel 5 aus, um die gesamte Bodenverdichtungsanordnung anzusteuern.
- 20 Jede der Untermassen 2a, 2b weist eine Bodenkontaktplatte 6 und einen darauf angeordneten Schwingungserreger 7 auf. Jeder Schwingungserreger 7 besteht aus zwei parallel zueinander angeordneten Unwuchtwellen 8, die gegenläufig drehbar miteinander formschlüssig gekoppelt sind und durch einen nicht dargestellten, an der Obermasse 1 angeordneten Antrieb z. B. hydraulisch drehend angetrieben werden. Auch der prinzipielle Aufbau der Schwingungserreger 7 ist seit langem bekannt, so dass eine eingehende Beschreibung nicht erforderlich ist.
- 5
- 30 Jede Unwuchtwellen 8 trägt eine nicht dargestellte Unwuchtmasse, so dass bei Drehung der Unwuchtwellen 8 eine entsprechende Zentrifugalkraft entsteht. Dadurch, dass die jeweils einem Schwingungserreger 7 zugeordneten beiden Unwuchtwellen 8 gegenläufig drehen, entsteht eine resultierende Kraft, deren Richtung durch die Phasenlage der Unwuchten bzw. der Unwuchtwellen 8 einstellbar
- 35 ist. Dafür ist eine nicht dargestellte Phaseinstelleinrichtung vorgesehen, mit der die Phase der beiden Unwuchtwellen 8 zueinander in der gewünschten Weise justiert werden kann.

- 1 Mit Hilfe der Bedienhebel 5 und einer nicht dargestellten Hydraulik- oder Elektro-Steuerung können die Phaseneinstelleinrichtungen der beiden Schwingungserreger 7 der Unwuchtmassen 2a, 2b individuell eingestellt werden. Dadurch ist es möglich, die von den Schwingungserregern 7 erzeugten resultierenden Kräfte zu variieren. Wenn z. B. die resultierenden Kräfte beide eine gleich große Horizontalkomponente in der Hauptrichtung A aufweisen, bewegt sich die Vibrationsplatte gleichmäßig nach vorne in Richtung A. Ebenso kann die Vibrationsplatte rückwärts, entgegen der Hauptrichtung A verfahren werden, wenn die Horizontalkomponenten der beiden Schwingungserreger 7 mit gleichem Betrag in die entgegengesetzte Richtung weisen. Wenn jedoch die Phasenlage der Unwuchtwellen 8 bei den beiden Schwingungserregern 7 unterschiedlich eingestellt ist, entstehen unterschiedlich gerichtete resultierende Kräfte, die dementsprechend unterschiedliche Horizontalkomponenten aufweisen. Dadurch entsteht um eine Hochachse Z der Vibrationsplatte ein Dreh- bzw. Giermoment, so dass eine Lenkung der Vibrationsplatte bewirkt wird.

- Dadurch, dass die beiden Schwingungserreger 7 der Teiluntermassen 2a und 2b jeweils für sich keine Lenkfunktion aufweisen müssen, sondern lediglich eine Vortriebs- und eine Verdichtungswirkung erreichen müssen, können sowohl Vortrieb als auch Verdichtung mit hoher Energieleistung durchgeführt werden. Die sonst bei lenkbaren Vibrationsplatten eintretende Schwächung der Verdichtungsleistung wird somit vermieden.

- Eine Fahrt entlang einer Linkskurve lässt sich z. B. dadurch erreichen, dass z. B. der Schwingungserreger 7 der rechten Untermasse 2a eine stark nach vorne gerichtete resultierende Kraft erzeugt, während der Schwingungserreger 7 der linken Untermasse 2b eine resultierende Kraft erzeugt, die nicht ganz so stark nach vorne bzw. sogar nach hinten gerichtet ist. Dementsprechend lässt sich sogar eine Drehung auf der Stelle erreichen.

- Fig. 2 zeigt eine Vibrationsplatte als zweite Ausführungsform der Erfindung. Da die einzelnen Bauelemente im Wesentlichen der ersten Ausführungsform entsprechen, werden die gleichen Bezugszeichen verwendet und es wird Bezug auf die in Zusammenhang mit Fig. 1 beschriebenen Funktionen genommen.

- Im Unterschied zu der ersten Ausführungsform von Fig. 1 sind bei der zweiten Ausführungsform die Untermassen 2a und 2b hintereinander angeordnet.

- 1 Der auf der Bodenkontaktplatte 6 der vorderen Untermasse 2a angeordnete Schwingungserreger 7a trägt zwei Unwuchtwellen 8a, deren Achse senkrecht zu der Hauptrichtung A angeordnet ist. Dementsprechend ist die durch den Schwingungserreger 7a erzeugte resultierende Kraft in Richtung A bzw. entgegen
- 5 zur Richtung A einstellbar.

- Im Gegensatz dazu trägt die hintere Untermasse 2b einen Schwingungserreger 7b, dessen Unwuchtwellen 8b Drehachsen aufweisen, die in Richtung der Hauptrichtung A orientiert sind. Dementsprechend erzeugt der Schwingungser-
- 10 reger 7b eine resultierende Kraft, die senkrecht, d. h. quer zu der Hauptrichtung A, orientiert ist.

- Im Betrieb der Vibrationsplatte erzeugt der vordere Schwingungserreger 7a eine Vortriebswirkung in der Hauptrichtung A. Sofern die Vibrationsplatte lediglich
- 15 geradeaus verfahren werden soll, ist der hintere Schwingungserreger 7b derart eingestellt, dass er eine Vertikalschwingung ohne horizontale Kraftkomponente erzeugt. Wenn jedoch die Vibrationsplatte gelenkt werden soll, wird die Phasenlage der Unwuchtwellen 8b im Schwingungserreger 7b entsprechend verstellt, so dass eine resultierende Kraft mit entsprechend gerichteter Horizontalkomponente
- 20 entsteht. Dadurch wird ein Drehmoment um die Hochachse Z bewirkt und die Vibrationsplatte entsprechend gelenkt.

- Ausgehend von den beiden beschriebenen Beispielen lässt sich das erfindungsgemäße System beliebig erweitern. So ist es z. B. denkbar, dass Teiluntermas-
- 5 sen konzipiert werden, die ausschließlich eine Verdichtungsfunktion übernehmen. Dabei kämen Schwingungserreger zum Einsatz, die keine Phaseinstelleinrichtung aufweisen und somit ausschließlich resultierende Kräfte in Vertikalrichtung, ohne Horizontalkomponente, erzeugen. Die Vortriebsfunktion müsste dann von einer oder auch von mehreren anderen Teiluntermassen über-
- 30 nommen werden.

- Ebenso ist es vorstellbar, dass eine zweite Bewegungsrichtung senkrecht zur ersten Bewegungsrichtung (z. B. Hauptrichtung A) durch entsprechend angeordnete Teiluntermassen bewirkt wird. Dadurch ist anstelle oder zusätzlich zu
- 35 einer beliebigen Kurvenfahrt auch eine Quer- oder Schrägfahrt bezüglich der Hauptrichtung A möglich. Eine Schrägfahrt hat insbesondere bei der Verdichtung von seitlich geneigten Oberflächen Vorteile, da dem Schwerkraftbedingten

- 1 Abdriften der Vibrationsplatte entgegengewirkt werden kann. In Verbindung mit einer Fernsteuerung kann die Vibrationsplatte ohne große Korrekturingriffe und ohne Drehung der Obermasse schräg entlang der geneigten Oberfläche verfahren werden.

5

Bei der in Fig. 2 gezeigten zweiten Ausführungsform sind die beiden Schwingungserreger 7a und 7b in einem Winkel von 90° zueinander angeordnet. Denkbar sind auch Anordnungen, bei denen der Winkel zwischen den Schwingungserregern von 90° abweicht. Zum Beispiel können die von den Schwingungserregern erzeugten resultierenden Kräfte jeweils in einem Winkel von 30 oder 60° zu der Hauptrichtung A, d. h. in V-Form, eingestellt werden. Bei der ersten Ausführungsform gemäß Fig. 1 beträgt der Winkel 0°.

- Fig. 3 zeigt eine dritte Ausführungsform der Erfindung mit vier Teiluntermassen
- 15 2a, 2b, 2c und 2d, die jeweils eine dreieckige Bodenkontaktplatte und einen Schwingungserreger 7a, 7b, 7c, 7d tragen. Die Schwingungserreger 7a und 7c sind gleichgerichtet, während die Schwingungserreger 7b und 7d in einem Winkel von 90° dazu stehen. Da die gesamte, aus den Teiluntermassen 2a bis 2d bestehende Untermasse einen quadratischen Grundriss aufweist, kann entsprechend auch die Obermasse 1 im Wesentlichen mit quadratischer Grundform gebildet werden. Die dadurch entstehende Vibrationsplatte kann je nach Ansteuerung der Schwingungserreger 7a bis 7d gleichermaßen bequem in beliebige Richtungen in der Ebene verfahren werden.

- 25 Fig. 4 zeigt eine vierte Ausführungsform der Erfindung, bei der um eine größere Teiluntermasse 2a vier kleinere Teiluntermassen 2b bis 2e angeordnet sind. Der zu der Teiluntermasse 2a gehörende Schwingungserreger 7a ist ebenfalls stärker ausgebildet als die kleineren Schwingungserreger 7b bis 7e. Die kleinen Schwingungserreger 7b bis 7e führen z. B. lediglich geringe Lenkkorrekturen aus, während ein erheblicher Teil der Verdichtungswirkung von dem größeren Schwingungserreger 7a erbracht wird.
- 30

- In Fig. 5 wird eine fünfte Ausführungsform der Erfindung gezeigt, die drei Teiluntermassen 2a, 2b und 2c aufweist. Die Schwingungserreger 7a und 7c
- 35 sind gleichgerichtet, während der mittlere Schwingungserreger 7b in einem Winkel von 90° dazu steht.

- 1 Bei der sechsten Ausführungsform der Erfindung gemäß Fig. 6 sind die Schwingungserreger 7a bis 7c im Verhältnis zu der fünften Ausführungsform jeweils um 90° gedreht, wobei die Schwingungserreger 7a und 7c in Richtung der Haupttrichtung A wirken. Dementsprechend ist es für den in der Mitte liegenden
- 5 Schwingungserreger 7b nicht erforderlich, eine resultierende Kraft mit Horizontalkomponente zu erzeugen. Der Schwingungserreger 7b kann bei dieser Variante somit ausschließlich zur Verdichtung dienen. Eine Phaseneinstelleinrichtung ist dann bei diesem Schwingungserreger 7b nicht erforderlich.
- 10 In Fig. 7 wird eine siebte Ausführungsform der Erfindung gezeigt, bei der die drei Teiluntermassen 2a bis 2c jeweils Bodenkontaktplatten 6a bis 6c aufweisen, die einen 120°-Kreisausschnitt bilden. Die gesamte Untermasse ist somit kreisförmig. Die Schwingungserreger 7a bis 7c sind in einem Winkel von 120°
- 15 zueinander angeordnet, so dass beliebige Vortriebsrichtungen erzeugt werden können. Die entsprechend gestaltete Vibrationsplatte lässt sich in jede Richtung auf dem zu verdichtenden Boden verfahren.

- Bei der Anordnung der Bodenkontaktplatten ist darauf zu achten, dass die Bodenkontaktplatten "ineinandergreifen", so dass eine Überlappung wenigstens
- 20 in die Hauptfahrtrichtungen gewährleistet ist. Die Überlappung bewirkt, dass sich die von den Bodenkontaktplatten überfahrenen Berührungsflächen mit dem zu verdichtenden Boden ebenfalls teilweise überlappen, so dass keine Flächenbereiche zwischen den Bodenkontaktplatten übrig bleiben, die nicht verdichtet werden. Damit wirkt die Bodenverdichtungsvorrichtung wie eine Einheit, die mit
- 25 einer einzigen großen Bodenkontaktplatte arbeitet.

- Die Steuerung erfolgt über die Bedienhebel 5 oder auch andere Bedienelemente, mit denen die Schwingungserreger in der gewünschten Weise angesteuert werden. Die Signalübertragung kann dabei z. B. über eine hydrostatische Hydrauliksteuerung, mechanisch, elektrisch oder über Kombinationen daraus erfolgen.
- 30 Die Unwuchtwellen 8 der Schwingungserreger 7 können z. B. hydraulisch, elektrisch oder mechanisch angetrieben werden.

**Patentansprüche**

- 1 1. Bodenverdichtungsvorrichtung, mit
- einer wenigstens einen Antrieb aufweisenden Obermasse (1); und mit
  - wenigstens zwei mit der Obermasse (1) gekoppelten und relativ zu der Obermasse (1) schwingend beweglichen Untermassen (2);
- 5 wobei jede Untermasse aufweist:
- eine Bodenkontaktplatte (6); und
  - wenigstens einen der Bodenkontaktplatte (6) zugeordneten Schwingungserreger (7).
- 10 2. Bodenverdichtungsvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schwingungserreger (7) zwei oder mehrere jeweils eine oder mehrere Unwuchtmassen tragende Unwuchtwellen (8) aufweisen, die parallel oder in einem Winkel zueinander angeordnet und zueinander gegenläufig drehbar sind.
- 15 3. Bodenverdichtungsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens einer der Schwingungserreger (7) eine Phaseneinstelleinrichtung aufweist, zum Verstellen der relativen Phasenlage der Unwuchtwellen (8) zueinander.
- 20 4. Bodenverdichtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schwingungserreger (7) durch den an der Obermasse (1) vorgesehenen Antrieb antreibbar sind.
- 25 5. Bodenverdichtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass auf jeder Bodenkontaktplatte (6) genau ein Schwingungserreger (7) angeordnet ist.
- 30 6. Bodenverdichtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens durch einen der Schwingungserreger (7) eine resultierende Vortriebskraft in eine Vortriebsrichtung erzeugbar ist.
- 35 7. Bodenverdichtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens einer der Schwingungserreger (7) derart angeordnet ist, dass die Horizontalkomponente des resultierenden Kraftvektors, der sich durch die gegenläufig drehenden Unwuchtwellen (8) ergibt, in oder entgegengesetzt zu einer Hauptrichtung (A) liegt.



- 1 8. Bodenverdichtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens einer der Schwingungserreger (7) derart angeordnet ist, dass die Horizontalkomponente des resultierenden Kraftvektors, der sich durch die gegenläufig drehenden Unwuchtwellen (8) ergibt, nicht  
5 in oder entgegengesetzt zu einer Hauptrichtung (A) liegt.
9. Bodenverdichtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6 oder nach Anspruch 8 in Verbindung mit einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass keiner der Schwingungserreger (7) derart angeordnet ist,  
10 dass die Horizontalkomponente des resultierenden Kraftvektors, der sich durch die gegenläufig drehenden Unwuchtwellen (8) ergibt, in oder entgegengesetzt zu einer Hauptrichtung (A) liegen.
10. Bodenverdichtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens einer der Schwingungserreger (7) derart angeordnet ist, dass die Horizontalkomponente des resultierenden Kraftvektors, der sich durch die gegenläufig drehenden Unwuchtwellen (8) ergibt, in einem bestimmten Winkel zu einer Hauptrichtung (A) liegt.
- 15 11. Bodenverdichtungsvorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Winkel 60° oder 90° beträgt.
12. Bodenverdichtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Obermasse (1) eine zentrale Steuerung aufweist, zum Ansteuern der Schwingungserreger (7).  
5
13. Bodenverdichtungsvorrichtung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schwingungserreger (7) individuell durch die Steuerung ansteuerbar sind.
- 30 14. Bodenverdichtungsvorrichtung nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerung zum Einstellen unterschiedlicher Drehzahlen der Unwuchtwellen (8) bei unterschiedlichen Schwingungserregern (7) ausgebildet ist.
- 35 15. Bodenverdichtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerung zum individuellen Ansteuern der an

- 1 den einzelnen Schwingungserregern (7) vorgesehenen Phaseneinstelleinrichtungen ausgebildet ist.
- 5 16. Bodenverdichtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **durch gekennzeichnet**, dass ein Teil der Untermassen (2) jeweils einen Schwingungserreger (7) mit Phaseneinstelleinrichtung aufweist, während wenigstens eine andere Untermasse (2) nur einen Schwingungserreger (7) ohne Phaseneinstelleinrichtung aufweist.
- 10 17. Bodenverdichtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 16, **durch gekennzeichnet**, dass die Bodenverdichtungsvorrichtung von Hand führbar ist und/oder eine Fernsteuerungseinrichtung aufweist.
- 15 18. Bodenverdichtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 17, **durch gekennzeichnet**, dass die Bodenkontaktplatten (6) der Unwuchtmassen (22) derart zueinander versetzt angeordnet sind, dass die von den Bodenkontaktplatten (6) bei einer Bewegung der Bodenverdichtungsvorrichtung in wenigstens einer Hauptfahrtrichtung auf dem zu verdichtenden Boden erzeugbaren Spuren wenigstens teilweise überlappen.

20

30

35

### **Zusammenfassung**

#### **Bodenverdichtungsrichtung**

Eine als Bodenverdichtungsrichtung dienende Vibrationsplatte weist eine einen Antrieb umfassende Obermasse (1) und wenigstens zwei mit der Obermasse (1) gekoppelte und relativ zu der Obermasse (1) schwingend bewegliche Untermassen (2a, 2b) auf. Jede der Untermassen (2a, 2b) umfasst eine Bodenkontaktplatte (6) und wenigstens einen der Bodenkontaktplatte (6) zugeordneten Schwingungserreger (7). Die Schwingungserreger (7) sind unterschiedlich ansteuerbar, so dass neben einer Vortriebs- und Verdichtungswirkung ein Drehmoment um eine Hochachse (Z) erzeugt werden kann.

(Fig. 1)

Figur für die Zusammenfassung

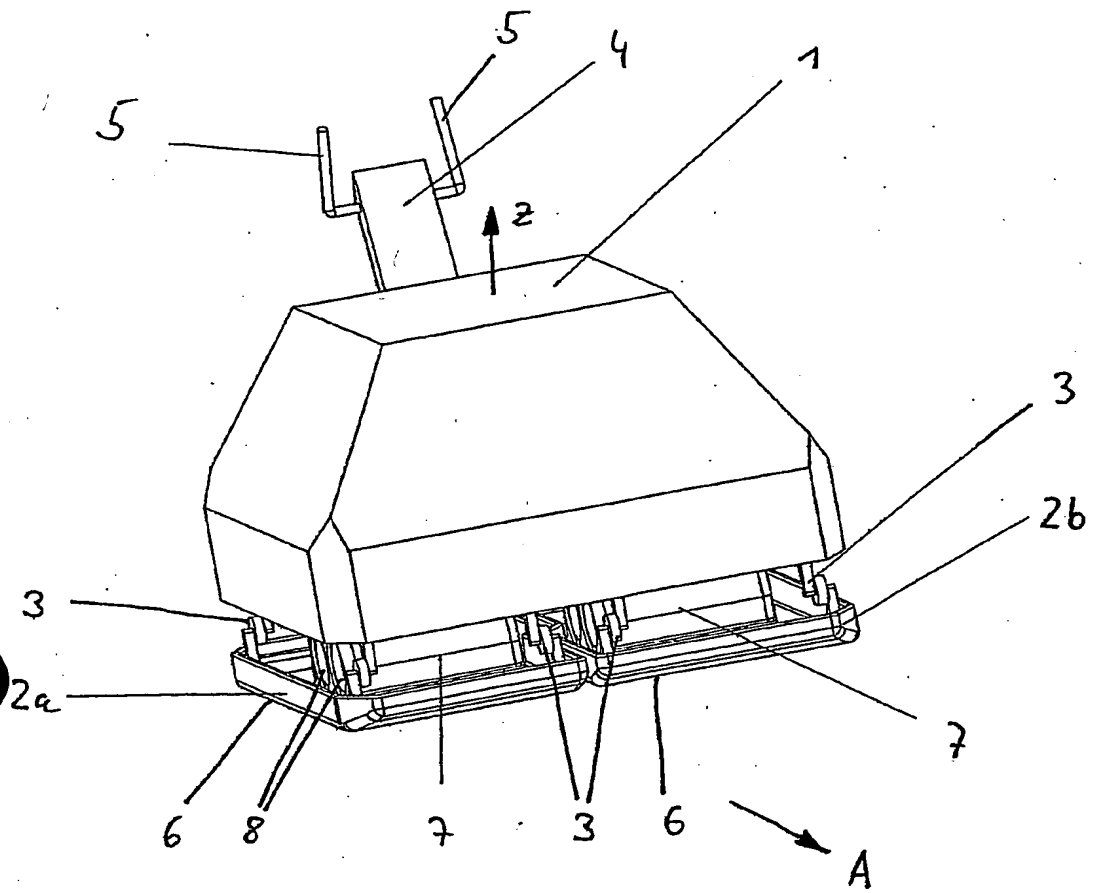


Fig. 1

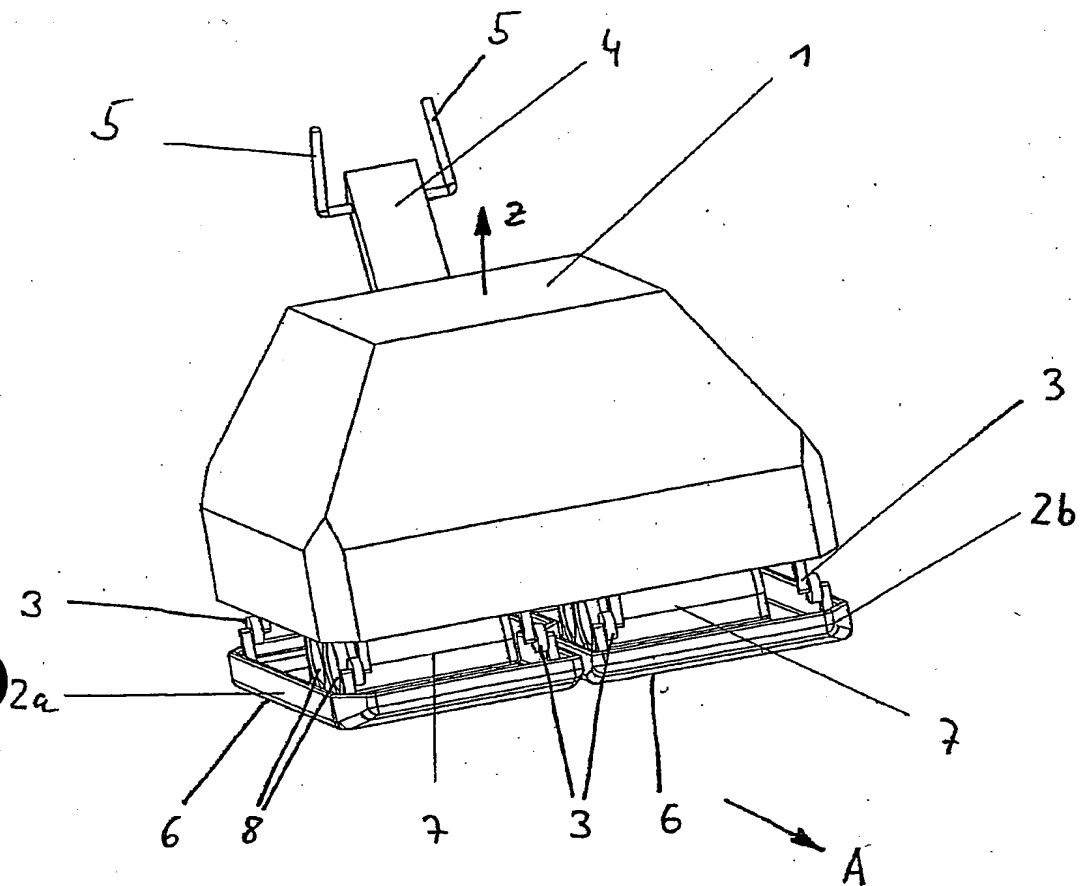


Fig. 1

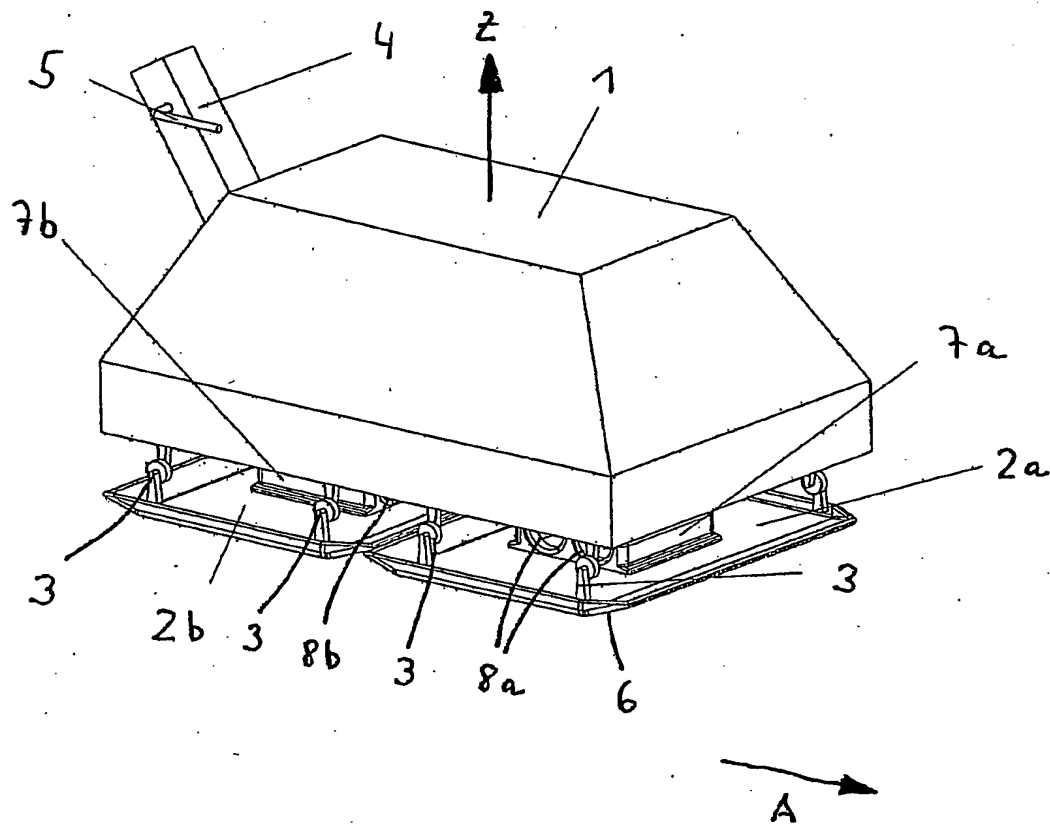


Fig. 2

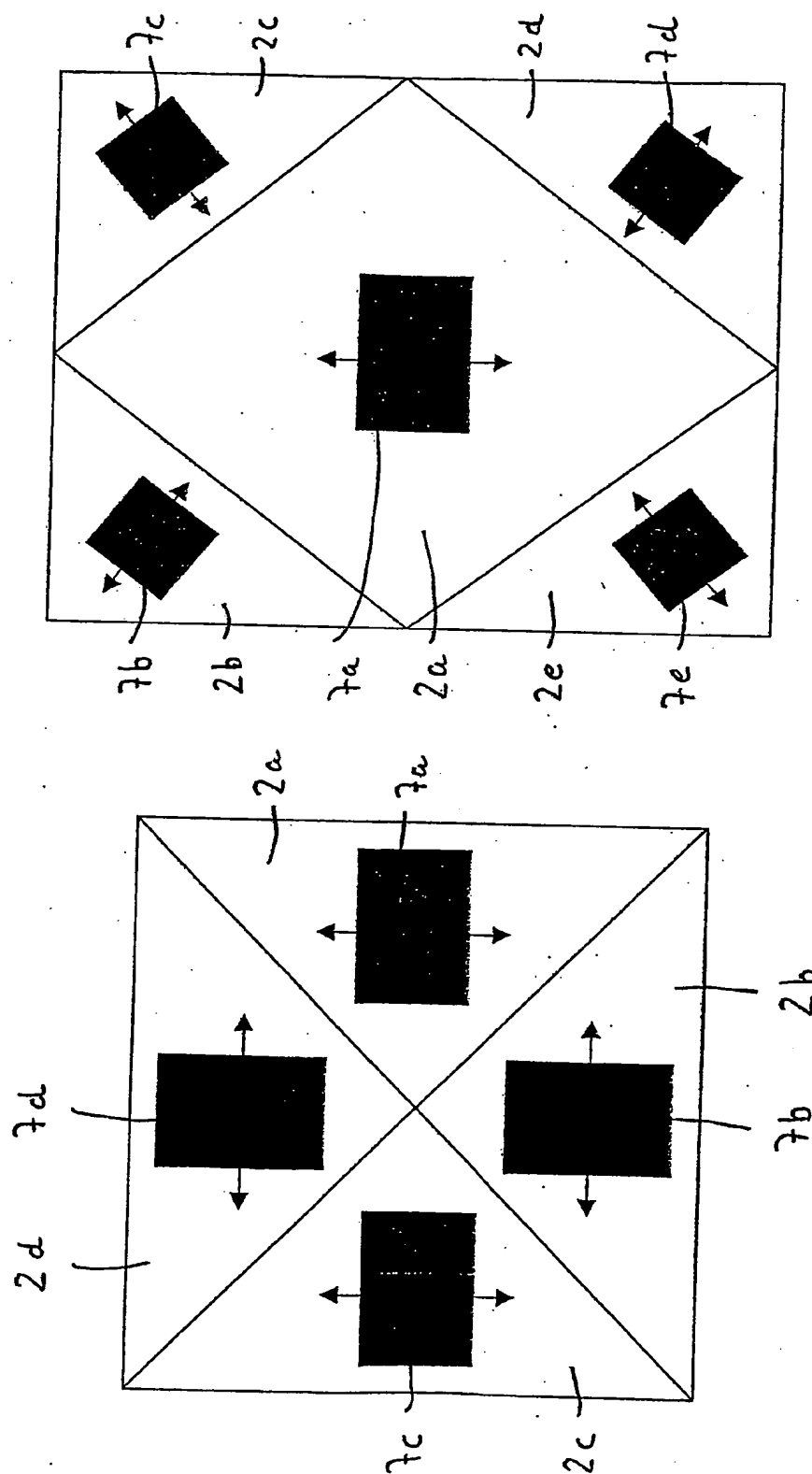


Fig. 4

Fig. 3

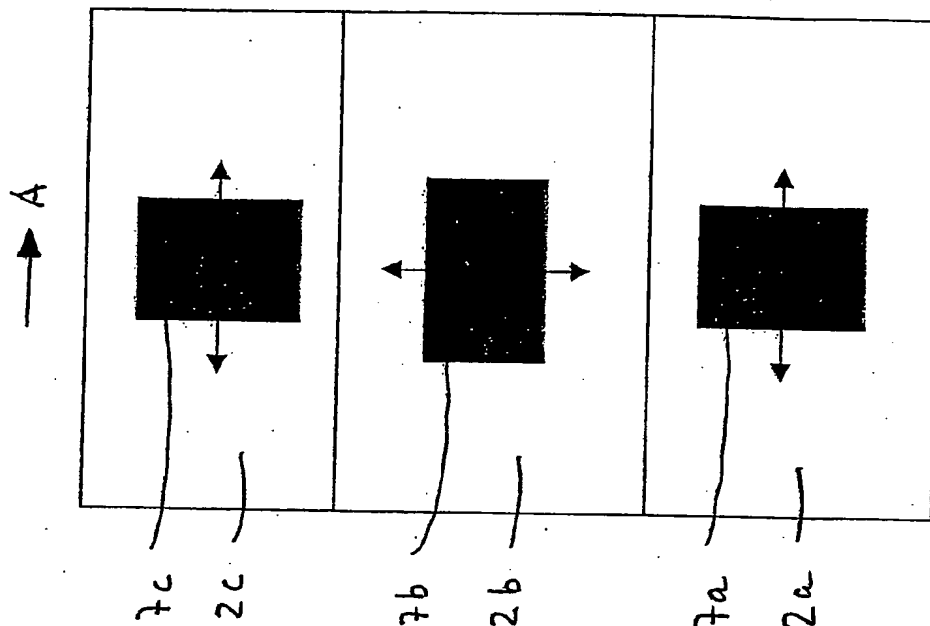


Fig. 6

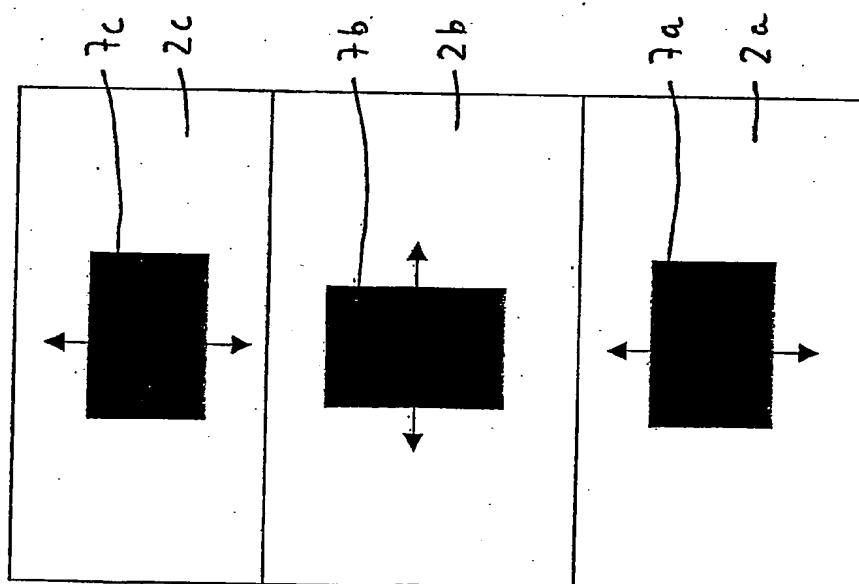


Fig. 5



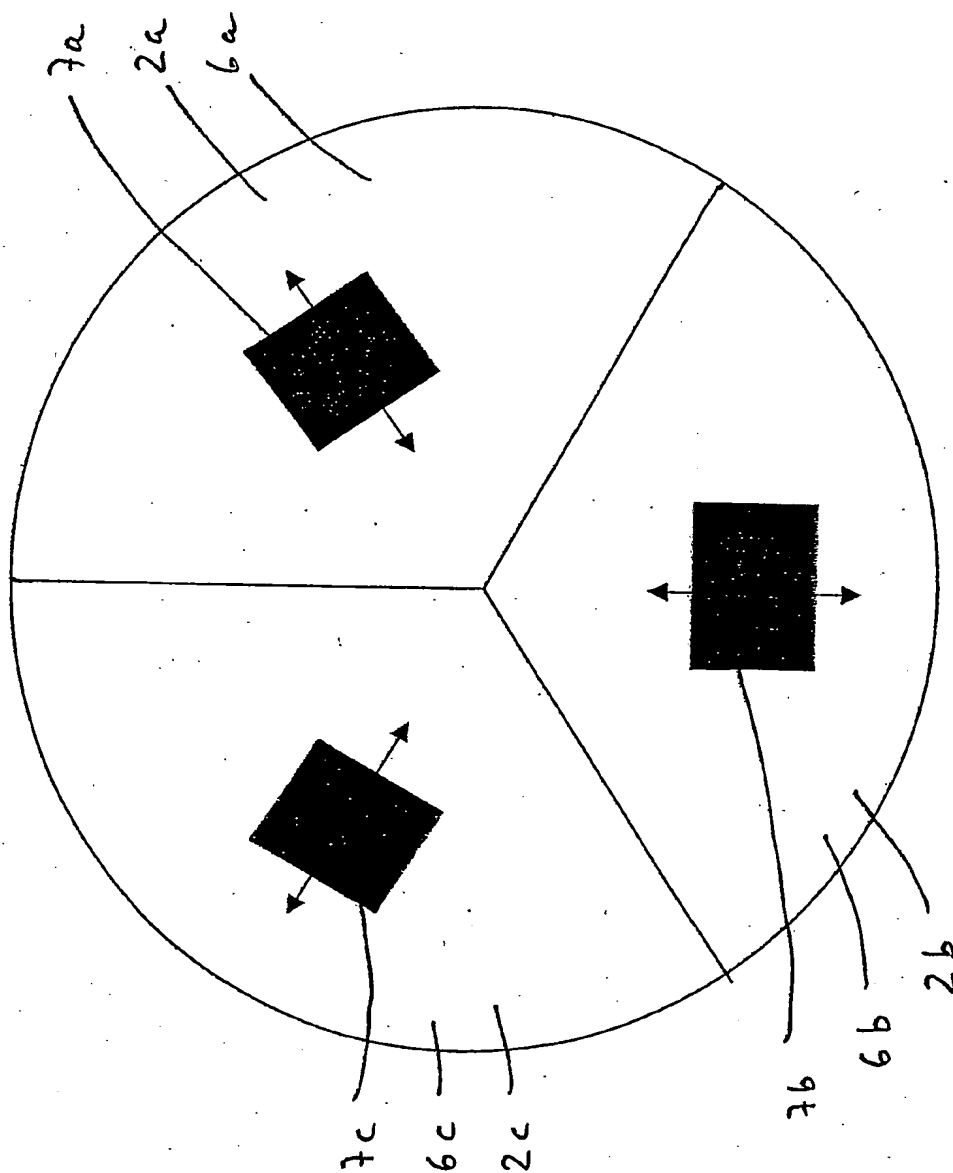


Fig. 7